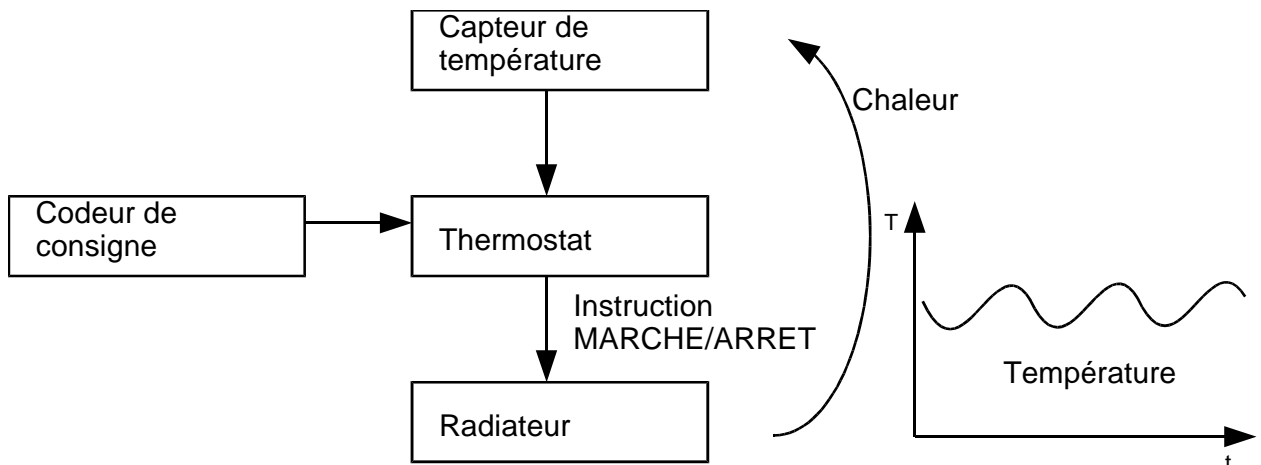


Procédé thermocyclique de régulation de température

Innovation technologique dans le domaine de la régulation de température, le procédé thermocyclique fonctionne selon un principe unique en son genre qui n'a rien en commun avec les régulations par thermostat ou les régulations PID habituelles.

1. Principe de régulation

La figure 1 illustre le principe de régulation à l'aide d'un circuit de réglage simplifié.



(Figure 1)

La figure 1 montre la façon la plus simple de régulation de température. Le radiateur est activé par thermostat dès qu'il fait trop froid et désactivé dès qu'il fait trop chaud. Sur un tel système, des fluctuations se produisent en permanence, c'est-à-dire que la température varie comme le montre l'illustration à droite.

Le plus souvent, ces fluctuations sont importantes et gênantes. Pour y remédier, on essaie en général d'amortir le système et d'établir un équilibre dans le but de réduire au maximum les variations de température.

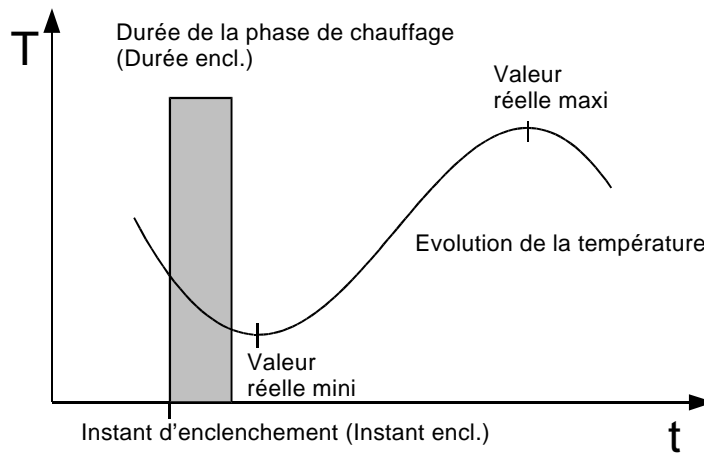
Le procédé thermocyclique agit tout à fait différemment. En effet, ce procédé n'a pas pour but de supprimer les fluctuations et d'établir un équilibre. Au contraire, ce procédé provoque des variations de température ; or, celles-ci sont surveillées continûment. Et comme elles sont contrôlées en permanence, elles peuvent diminuer au maximum, sans pour autant disparaître complètement.

L'idée de base consiste à exploiter les informations que fournissent les fluctuations de température. Comme l'indique le schéma figure 1, l'amplitude et la fréquence de la fluctuation de température dépendent des constantes système et des conditions ambiantes, notamment des temps morts, de la température du radiateur et de la température ambiante.

La fluctuation de température qui en résulte contient donc des informations sur les constantes système et les conditions ambiantes. Il s'agit maintenant d'extraire ces informations et de les utiliser pour la régulation. Dans ce cas, il importe de ne pas supprimer complètement la fluctuation sous risque de perdre toutes ces informations. Au contraire, il faut inciter le système à générer des fluctuations, puis modifier l'incitation en fonction de la réponse (réaction ?) afin de contrôler les fluctuations.

2. Procédé de régulation

L'idée de base peut être représentée comme suit (vue fortement agrandie) :

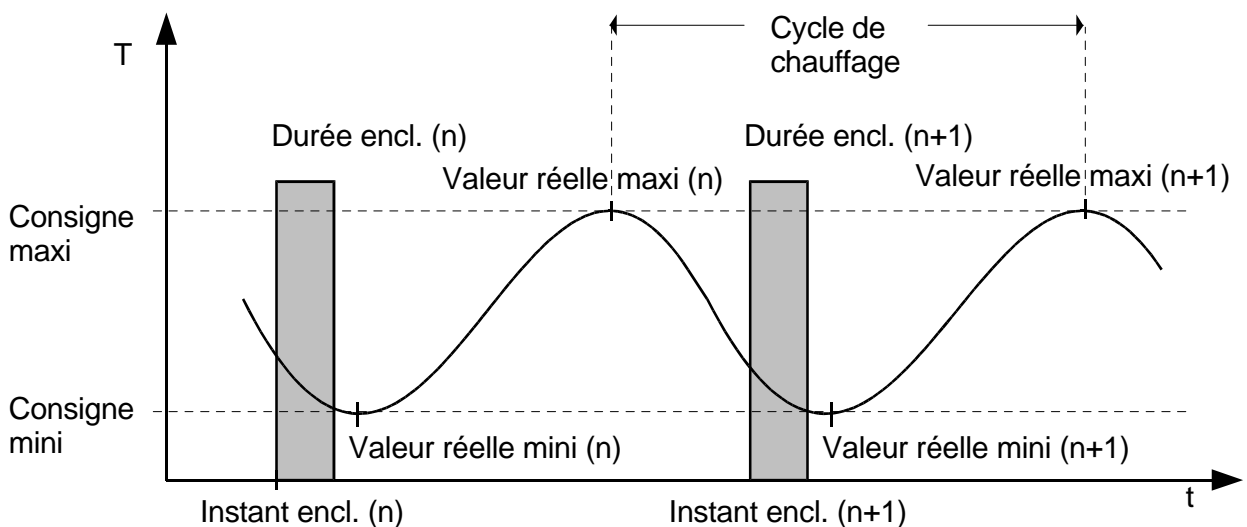


(Figure 2)

Le radiateur est activé pendant une durée déterminée. Peu de temps après, le système détermine une valeur de température mini et une valeur de température maxi.

La régulation thermocyclique établit maintenant une relation entre l'incitation par l'activation du radiateur et la fluctuation en résultant. Les valeurs extrêmes sont calculées à partir de l'instant d'enclenchement, de la montée de température à l'instant d'enclenchement et pendant la durée d'enclenchement. L'écart mesuré entre la consigne et la valeur réelle permet d'extraire les paramètres de corrélation et de les adapter en permanence en fonction des modifications système.

Ces calculs permettent d'obtenir des fluctuations de température contrôlées d'une amplitude extrêmement faible (0,3°C typique) comme le montre la figure 3 (représentation fortement agrandie).

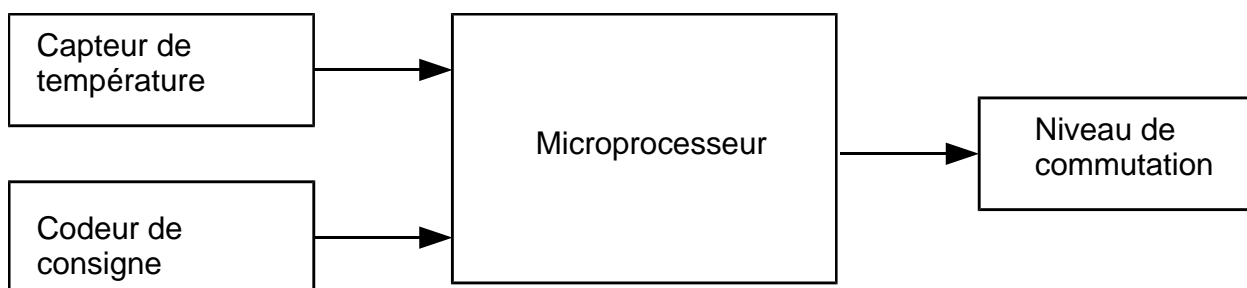


(Figure 3)

L'évolution de la température est mesurée en permanence. Les paramètres de corrélation sont déterminés à partir des données du cycle de chauffage précédent. Ces paramètres de corrélation permettent de calculer ensuite l'instant d'enclenchement (Instant encl.) et la durée d'enclenchement (Durée encl.) du radiateur pour le cycle de chauffage actuel de façon à ce que des valeurs extrêmes prévues se produisent sur la courbe de température. Le cycle est parcouru. Les écarts des valeurs réelles extrêmes par rapport aux consignes extrêmes sont saisis et entraînent une modification des paramètres pour le cycle suivant. Ainsi, les informations sur le système et les conditions ambiantes sont enregistrées dans les paramètres. Toute modification des conditions ambiantes entraîne une modification des paramètres et, par conséquent, une modification des caractéristiques de régulation.

3. Appareil de réglage

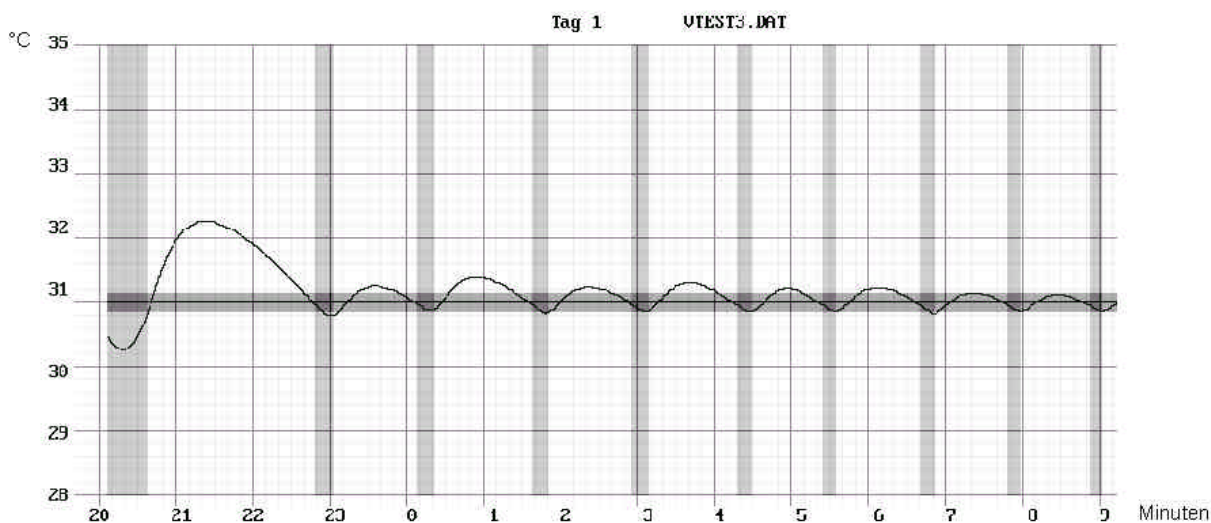
Le petit système microprocesseur est parfaitement adapté pour réaliser ce procédé de régulation. Voici le principe de fonctionnement :



(Figure 4)

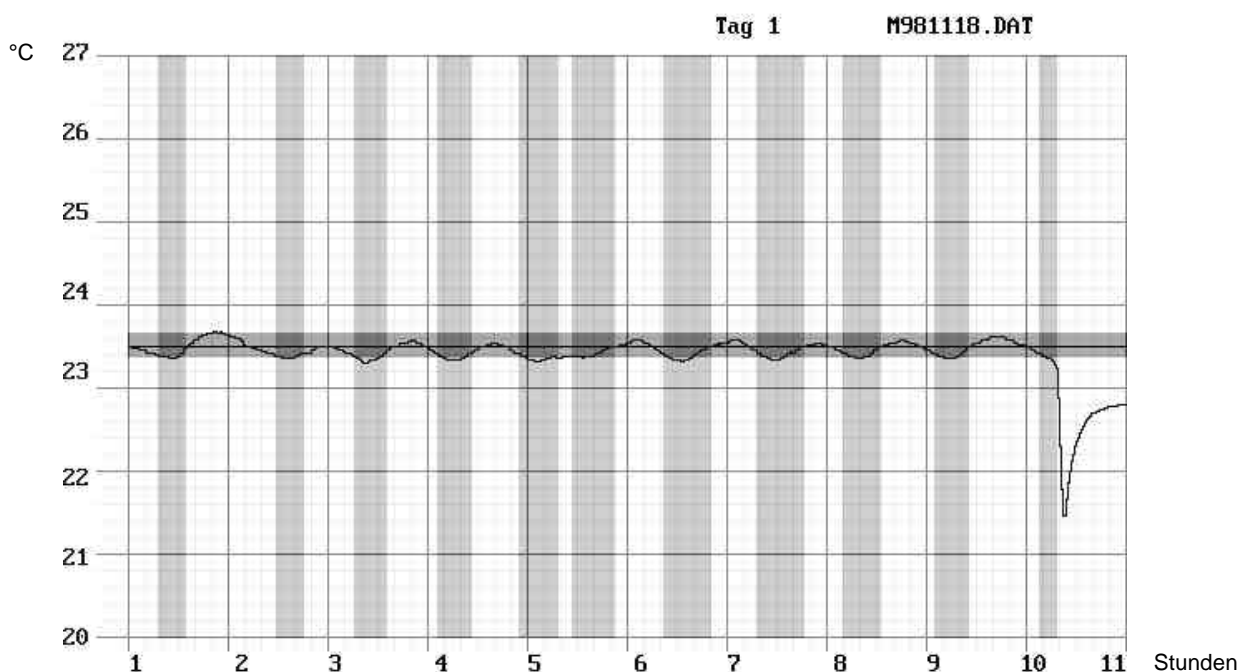
Le système nécessite un capteur de température, un codeur de consigne, un processeur et un niveau de commutation pour le radiateur. De tels schémas fonctionnels sont déjà appliqués depuis un certain temps.

4. Essais



(Figure 5)

Sur la figure 5, la mesure 1 montre un local d'essai (plutôt une boîte d'essai) avec un volume de 140 cm³ uniquement. Le chauffage est réalisé via une résistance de chauffage électrique. La consigne préréglée est 31°C +/- 0,15°C pour une température ambiante d'environ 23 °C. L'axe des ordonnées indique la température en °C, l'abscisse le temps en minutes. Les barres verticales en gris indiquent la durée d'enclenchement du chauffage. Le système fonctionne d'abord comme thermostat et provoque la première fluctuation de température. Ensuite, les paramètres s'adaptent en conséquence et la régulation s'améliore constamment jusqu'à ce qu'un fonctionnement optimal soit obtenu.



(Figure 6)

Sur la figure 6, la mesure 2 montre le fonctionnement sur une installation de chauffage d'un bâtiment d'habitation. La régulation s'effectue à l'aide d'une soupape qui ouvre ou qui ferme entièrement la venue d'eau vers les radiateurs du rez-de-chaussée. La consigne préréglée est 23,5°C +/- 0,15°C. L'abscisse indique le temps en heures. Les fluctuations du système sont déjà adaptées. La fluctuation de température ne se présente pas de façon optimale comme dans le local d'essai mais elle est stable. En fin de coupe de courbe, on constate l'effet de l'ouverture d'une fenêtre. La chute brusque de température est interprétée comme aération et le chauffage est arrêté. La température est augmentée jusqu'à la consigne dès que l'aération est terminée.

5. Avantages

La régulation thermocyclique offre les atouts suivants :

- Le procédé trouve la régulation optimale pour chaque système, sans préréglage. Les spécifications techniques du système ne doivent pas être connues. Des courbes de chauffage ou autres ne doivent pas être déterminées ou préréglées.

- Le procédé nécessite un seul capteur de température par circuit de chauffage ainsi qu'un seul interrupteur MARCHE/ARRET comme élément de réglage. La température ALLER ne doit pas être réglée à l'aide d'un capteur de température extérieure. Si la température ALLER doit être réglée, la température mini nécessaire peut facilement être calculée à partir des données existantes.
- Les fonctions de sécurité peuvent être réalisées sans problème. Les défauts peuvent être détectés de façon simple à l'aide de schémas spécifiques.
- Si les commandes de réglage de la soupape sont transmises de façon radioélectrique, le câblage devient inutile. Comme la commande MARCHE/ARRET est lancée dans des intervalles relativement importants, la radiotransmission du signal de commande ne pose aucun problème, même dans un environnement très perturbé.

KUMMERER ELEKTRONIK

Fait à Haimhausen, Allemagne, en novembre 1999